

SC12885TP AG

**PCT**WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales BüroINTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

| | | |
|--|----|--|
| (51) Internationale Patentklassifikation ⁷ : | A2 | (11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/21118 |
| H01L | | (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 13. April 2000 (13.04.00) |
| (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/03208 | | (81) Bestimmungsstaaten: CA, JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). |
| (22) Internationales Anmeldedatum: 5. Oktober 1999 (05.10.99) | | |
| (30) Prioritätsdaten: 198 46 063.5 7. Oktober 1998 (07.10.98) DE | | Veröffentlicht <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i> |
| (71) Anmelder (<i>für alle Bestimmungsstaaten ausser US</i>): FORSCHUNGSZENTRUM JÜLICH GMBH [DE/DE]; Wilhelm-Johnen-Strasse, D-52425 Jülich (DE). | | |
| (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (<i>nur für US</i>): MARSO, Michel [LU/DE]; Lorsbeckerstrasse 22g, D-52428 Jülich (DE). MOERS, Jürgen [DE/DE]; Kempstrasse 8a, D-41748 Viersen (DE). KLAES, Dirk [DE/DE]; Wolkenburgstrasse 7, D-53721 Siegburg (DE). KORDOS, Peter [SK/DE]; Berliner Strasse 27, D-52428 Jülich (DE). LÜTH, Hans [DE/DE]; Eupener Strasse 299B, D-52076 Aachen (DE). | | |
| (74) Gemeinsamer Vertreter: FORSCHUNGSZENTRUM JÜLICH GMBH; Personal und Recht – Patente (PR-PT), D-52425 Jülich (DE). | | |

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING A DOUBLE GATE OF A MOSFET

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES DOUBLE-GATE MOSFETS

(57) Abstract

The invention relates to a method for producing a component with sub-100 nm structuring. Only one sub-100 nm structuring is provided for when initial geometric configuring occurs. A double gate MOSFET with sub-100 nm structuring can be chosen as said component.

(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Bauelements mit sub-100 nm-Strukturierung. Dabei ist zu Anfang der geometrischen Ausbildung des Bauelements eine einzige sub-100 nm-Strukturierung vorgesehen. Als Bauelement kann ein Double-Gate MOSFET mit sub-100 nm-Strukturierung gewählt sein.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

| | | | | | | | |
|----|------------------------------|----|-----------------------------------|----|---|----|--------------------------------|
| AL | Albanien | ES | Spanien | LS | Lesotho | SI | Slowenien |
| AM | Armenien | FI | Finnland | LT | Litauen | SK | Slowakei |
| AT | Österreich | FR | Frankreich | LU | Luxemburg | SN | Senegal |
| AU | Australien | GA | Gabun | LV | Lettland | SZ | Swasiland |
| AZ | Aserbaidschan | GB | Vereinigtes Königreich | MC | Monaco | TD | Tschad |
| BA | Bosnien-Herzegowina | GE | Georgien | MD | Republik Moldau | TG | Togo |
| BB | Barbados | GH | Ghana | MG | Madagaskar | TJ | Tadschikistan |
| BE | Belgien | GN | Guinea | MK | Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien | TM | Turkmenistan |
| BF | Burkina Faso | GR | Griechenland | ML | Mali | TR | Türkei |
| BG | Bulgarien | HU | Ungarn | MN | Mongolei | TT | Trinidad und Tobago |
| BJ | Benin | IE | Irland | MR | Mauretanien | UA | Ukraine |
| BR | Brasilién | IL | Israel | MW | Malawi | UG | Uganda |
| BY | Belarus | IS | Island | MX | Mexiko | US | Vereinigte Staaten von Amerika |
| CA | Kanada | IT | Italien | NE | Niger | UZ | Usbekistan |
| CF | Zentralafrikanische Republik | JP | Japan | NL | Niederlande | VN | Vietnam |
| CG | Kongo | KE | Kenia | NO | Norwegen | YU | Jugoslawien |
| CH | Schweiz | KG | Kirgistan | NZ | Neuseeland | ZW | Zimbabwe |
| CI | Côte d'Ivoire | KP | Demokratische Volksrepublik Korea | PL | Polen | | |
| CM | Kamerun | KR | Republik Korea | PT | Portugal | | |
| CN | China | KZ | Kasachstan | RO | Rumänien | | |
| CU | Kuba | LC | St. Lucia | RU | Russische Föderation | | |
| CZ | Tschechische Republik | LI | Liechtenstein | SD | Sudan | | |
| DE | Deutschland | LK | Sri Lanka | SE | Schweden | | |
| DK | Dänemark | LR | Liberia | SG | Singapur | | |
| EE | Estland | | | | | | |

Beschreibung

Verfahren zur Herstellung eines Double-Gate MOSFETs

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Double-Gate MOSFETs gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Die bekannten integrierten Schaltungen der Halbleitertechnik basieren zu einem großen Teil auf der Silizium-basierenden CMOS-Technologie. Durch die zunehmende Verringerung der Transistorabmessungen in CMOS-Schaltungen zur Erhöhung von Geschwindigkeit und Integrationsdichte wachsen die Anforderungen an die gesamte Technologie, insbesondere an die Lithographie zur Definition der Bauelementabmessungen. Außerdem führt die Verkleinerung der Bauelementabmessungen zu sogenannten Kurzkanaleffekten, durch welche die Eigenschaften wie z.B. Ausgangsleitwert, Sperrverhalten, Schaltverhalten negativ beeinträchtigt werden. Durch Modifikationen am MOSFET, beispielsweise durch das Anbringen eines zweiten Gates unter dem Kanal kann das Verhalten verbessert werden. Die Umschließung der Kanalschicht von beiden Seiten erlaubt die vollständige Kontrolle durch das Gate und damit eine Reduzierung der Kurzkanaleffekte, sofern die Kanalschicht dünn genug ist.

Die technologisch sehr anspruchsvolle Herstellung eines solchen Double-Gate-Transistors als laterales Bauelement mit Stromfluß parallel zur Oberfläche ist beispielsweise aus „Double-gate MOSFET demonstrates 25-nm thick channel“, Solid State Technology, 1998 (3), pp. 22 – 24 bekannt. Eine einfachere Möglichkeit besteht in der Ausführung als vertikaler Transistor, ähnlich den bekannten Vertikalen MOSFET-Konzepten, wie aus D. Behammer, L. Vescan, R. Loo, J. Moers, A. Mück, H. Lüth, T. Grabolla, Elec-

- 2 -

tronics Letters 32 (1996), pp. 406 - 407 bekannt. Zur kompletten Einschnürung des Kanalgebietes müssen nachteilig die lateralen Abmessungen bis weit in den sub-100nm-Bereich reduziert werden. Folglich sind bei der Herstellung solcher bekannter Bauelemente

5 Verfahren notwendig, die eine Vielzahl von Strukturierungsschritten im Bereich unterhalb von 1 μm aufweisen. Damit sind in nachteiliger Weise mehrfach kritische Justierungen nach den einzelnen Verfahrensschritten notwendig, um die geometrische Ausdehnung des Bauelements in diesen Dimensionen zu realisieren.

10 Es ist deshalb Aufgabe der Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines vertikalen Double-Gate-MOSFETs bereitzustellen, bei dem eine technologisch vereinfachte Abfolge erreicht wird.

15 Die Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren gemäß der Gesamtheit der Merkmale nach Anspruch 1. Weitere zweckmäßige oder vorteilhafte Varianten finden sich in den auf diesen Anspruch rückbezogenen Unteransprüchen.

20 Es wurde erkannt, daß zur Lösung der Aufgabe zu Anfang der Bildung des Bauelements eine Strukturierung unterhalb von 1 μm (sub-100 nm-Strukturierung) vorgesehen wird. Der Vorteil der Erfindung liegt darin, daß nur eine einzige sub-100nm-Strukturierung notwendig ist. Besonders vorteilhaft ist dabei, daß eine Justierung dieser sub-100nm-Strukturierung als erster Strukturierungsschritt nicht erforderlich ist. Nach diesem technologisch anspruchsvollen Verfahrensschritt ist keine weitere präzise sub- μm -genaue Justierung mehr erforderlich. Damit wird im Vergleich zu den bekannten Herstellungsverfahren die Herstellung des erfindungsgemäßen Bauelements erheblich erleichtert.

25

30

Die nachfolgenden Verfahrensschritte sind selbstjustierend, Zwar sind bei weiteren Verfahrensschritten Justierungen erforderlich, wie zum Beispiel beim Öffnen von Kontaktfenstern und bei der

- 3 -

Isolierung der Einzelbauelemente. Dabei handelt es sich jedoch nur um unkritische Strukturierungsschritte, die zwar Justiertoleranzen aufweisen, aber wobei in Folge dieser Toleranzen nicht die Bauelementabmessungen vergrößert werden.

5

Es bedarf folglich keiner hochgenauen Ausführung dieser weiteren Strukturierungsschritte. Das erfindungsgemäße Verfahren zur selbstjustierten Herstellung eines vertikalen Double-Gate-

10 MOSFETs erlaubt zudem in vorteilhafter Weise die Verwendung von Standard-Technologieschritten.

Im Rahmen der Erfindung beinhaltet das erfindungsgemäße Herstellungsverfahren zudem die beiden Planarisierungsschritte zum

15 selbstjustierten Öffnen eines Kontaktfensters für die obere Kontaktsschicht bei gleichzeitiger Isolation der Gatekontaktierung.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist nicht auf die Herstellung eines vertikalen Double-Gate-MOSFETs beschränkt. Vielmehr ist es

20 vorstellbar, daß das Verfahren mit geeignet geändertem Dotierverlauf auch zur Herstellung von Quantentransistoren, z.B. zur Herstellung eines Single-Electron Transistors eingesetzt wird.

Der Vorteil des mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens her-

25 gestellten Double-Gate MOSFETs, weist die für dieses Bauelement bekannten Vorteile auf: gegenüber den konventionellen MOSFETs besteht dieser Vorteil in der Verminderung von Kurzkanaleffekten bei kleinen Kanallängen. Dadurch wird das elektrische Verhalten verbessert. Die Ausführung als Transistor mit vertikalem Strom-
30 fluß ermöglicht eine höhere Packungsdichte als bei den üblichen lateralen MOSFETs. Außerdem wird die beidseitige Umschließung des Kanalgebietes mit Gateoxid erreicht, ohne daß das Silizium nachträglich auf Oxid aufgewachsen werden muß.

- 4 -

Die Erfindung ist im weiteren an Hand von Figuren und Ausführungsbeispiel näher erläutert. Es zeigt:

5 Fig. 1 : Verfahrensschritte A bis F zur Herstellung eines erfundungsgemäßen vertikalen Double-Gate-MOSFETs.

Ausführungsbeispiel

10

Im folgenden wird an Hand der Figuren 1A bis 1F die Herstellung eines n-Kanal Double-Gate-MOSFETs beschrieben. Es ist jedoch im Rahmen der Erfindung auch vorstellbar, durch entsprechende Dotierung auf diese Weise ein p-Kanal-Bauelement zu bilden.

15

Ausgangsbasis ist ein geeignet dotierter Si-Wafer, z.B. mit einer n-p-n Schichtfolge für einen n-Kanal-MOSFET. Auf diesen Wafer wird zunächst eine Maskierungsschicht aufgetragen und auf Dimensionen im sub-100nm-Bereich strukturiert.

20

Als Material für die Maskierungsschicht kann z.B. Silizium (einkristallin oder polykristallin oder amorph), ein Silizid (z.B. CoSi₂), ein Metall oder ein Isolationsmaterial (z.B. SiO₂) gewählt werden. Diese sub-100nm-Strukturierung kann vor dem Auf-

25

bringen der Maskierungsschicht z.B. mittels Elektronenstrahl-Lithographie und Lift-off-Technik erfolgen. Es ist auch vorstellbar, diese sub-100nm-Strukturierung nach dem Aufbringen der Maskierungsschicht durchzuführen. Zur sub-100nm-Strukturierung kann eine Elektronenstrahllithographie oder eine optische Litho-

30

graphie und eine sogenannte Spacertechnologie, eine Technologie die zum Beispiel in Physikalische Blätter 48 (1992), Nr. 11 p. 930 beschrieben wurde, zum Einsatz kommen. Anschließend wird der Bereich der nicht geschützten Maskierungsschicht naßchemisch oder trockenchemisch weggeätzt (Figur 1, A).

Mit der Maskierungsschicht als Maske wird anschließend eine Ätzung der Siliziumschichtfolge zur Definition des Bauelementes durchgeführt. Die untere n-Schicht wird dabei nicht ganz durchgeätzt (Figur 1, B).

5

Danach erfolgt ein ganzflächiges Auftragen von Gateoxid und dotiertem Polysilizium auf die gebildete Probe. Dabei wird ein Verfahren gewählt, bei welchem die senkrechten Seitenwände des Bauelementes mit bedeckt werden, z.B. thermische Oxidation zur Herstellung des Oxids, Chemical Vapour Deposition zum Abscheiden des Polysiliziums. Das Polysilizium dient zur Bildung der Gate-Elektrode. Diese Material weist Vorteile gegenüber anderen Materialien auf. Je nach Bedarf kann aber auch ein anderes geeignetes leitendes Material gewählt werden.

15

Sodann wird die Waferoberfläche planarisiert. Hierzu können bekannte Verfahren eingesetzt werden. Beispielsweise kann dazu Polyimid oder SiO_2 oder Si_3N_4 aufgetragen werden, eventuell kombiniert mit weiteren Ätzbögen (Figur 1, C).

20

In einem weiteren Verfahrensschritt wird die Planarisierungsschicht soweit weggeätzt bis die Spitze des Bauelements freiliegt. Anschließend wird anisotrop geätzt, wobei das Polysilizium selektiv gegenüber der Maskierungsschicht und dem Gateoxid weggeätzt wird. Es ist vorstellbar, daß dabei das Gateoxid auf der Maskierungsschicht weggeätzt wird, soweit dies erwünscht ist.

Nunmehr wird das Polysilizium soweit zurückgeätzt, daß eine elektrische Verbindung mit der oberen Schicht des Siliziumschichtstapels vermieden wird. Es ist jedoch zweckmäßig, daß noch soviel Polysilizium stehen bleibt, daß eine Spannung am Polysilizium eine Steuerwirkung auf den Transistor zeigt (Figur 1, D).

Des weiteren erfolgt ein zweiter Planarisierungsschritt mit isolierendem Material. Anschließend wird Material dieser Planarisierungsschicht weggeätzt bis die Spitze des Bauelementes frei-
5 liegt, das Polysilizium jedoch bedeckt bleibt. Durch diesen Schritt wird der obere Kontakt des Transistors selbstjustierend freigelegt (Figur 1, E).

Danach werden Kontaktfenster zum Kontaktieren der Polysilizium-
10 schicht und der unteren Siliziumschicht gebildet. Außerdem wird die Maskierungsschicht, sofern diese nicht zur elektrischen Kontaktierung genutzt wird, durch Ätzung entfernt.

15 Im folgenden werden das Polysilizium, das Gateoxid und Material der unteren n-Schicht an den nicht benötigten Stellen weggeätzt. Anschließend wird eine Isolationsschicht an den Stellen gebildet, wo durch die spätere Kontaktmetallisierungen Kurzschlüsse entstehen würden.

20 Schließlich werden die elektrischen Kontakte für Gate (Polysilizium-Schicht) sowie für Source und Drain (obere Siliziumschicht, z.B. an der Maskierungsschicht, und untere Siliziumschicht) aufgebildet (Figur 1, F).

25 Dieses Herstellungsverfahren ergibt einen vertikalen MOSFET, bei welchem das Kanalgebiet mit sub-100 nm-Ausdehnung ganzseitig vom Gate umgeben ist. Dies wird allgemein als „surrounding gate“ bezeichnet. Durch die sehr geringe Ausdehnung des Kanalgebietes funktioniert das Bauelement wie ein Double-Gate MOSFET.

30

Im Rahmen der Erfindung ist es vorstellbar, auch andere Bauelemente mit mehreren sub-100 nm-Strukturen in unterschiedlichen räumlichen Orientierungen auf diese Weise mittels einer sub-100 nm-Strukturierung zu bilden. Dabei kann die erfindungsgemäße Er-

- 7 -

kenntnis genutzt werden, in Abhängigkeit der gewünschten geometrischen Formgebung des Bauelements einerseits eine Schichtenfolge aus einer oder mehrerer Schichten mit einer Schichtdicke im sub-100 nm-Bereich zu bilden um auf diese Weise die geometrische Ausdehnung in zwei von drei Dimensionen festzulegen.

Andererseits kann sodann diese Schichtenfolge mit einer Maskentechnik im sub-100 nm-Bereich strukturiert werden, um auf diese Weise die verbleibende, dritte, räumliche Dimensionierung des Bauelements festzulegen. Es wurde im Rahmen der Erfindung erkannt, die Bildung der Schichtenfolge mit einer sub-100 nm-Strukturierung zu kombinieren, sodaß damit ohne weiteres Strukturen im sub-100 nm-Bereich in den drei räumlichen Dimensionen erhalten werden. Die Schichtdicke der Schicht oder der Schichten innerhalb der Schichtenfolge mag dabei Werte im sub-100nm-Bereich bis hin zu Monolagen annehmen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Bauelements mit sub-100 nm-Strukturierung, dadurch gekennzeichnet, daß zu Anfang der geometrischen Ausbildung des Bauelements eine einzige Strukturierung unterhalb von 1µm (sub-100 nm-Strukturierung) vorgesehen wird.
- 10 2. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch einen MOSFET als Bauelement mit sub-100 nm-Strukturierung.
- 15 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch einen Double-Gate MOSFET als Bauelement mit sub-100 nm-Strukturierung.
- 20 4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch folgende Schritte:
 - Bildung einer auf die spätere geometrische Ausbildung des Bauelements abgestimmte Schichtenfolge, insbesondere Bildung einer n-p-n-Schichtenfolge,
 - 25 - Bildung einer Maskierungsschicht auf der freiliegenden Oberfläche dieser Schichtenfolge,

- 9 -

- Strukturierung der Maskierungsschicht unterhalb von 1µm (sub-100 nm-Strukturierung) zur geometrischen Festlegung einer der Dimensionen des zu bildenden Bauelements,
- 5 - Entfernung des nicht unterhalb der von der Maskierungs-schicht gebildeten Maske liegenden Materials der Schichtenfol-ge zumindest bis zur mit dem Substrat verbundenen Schicht.

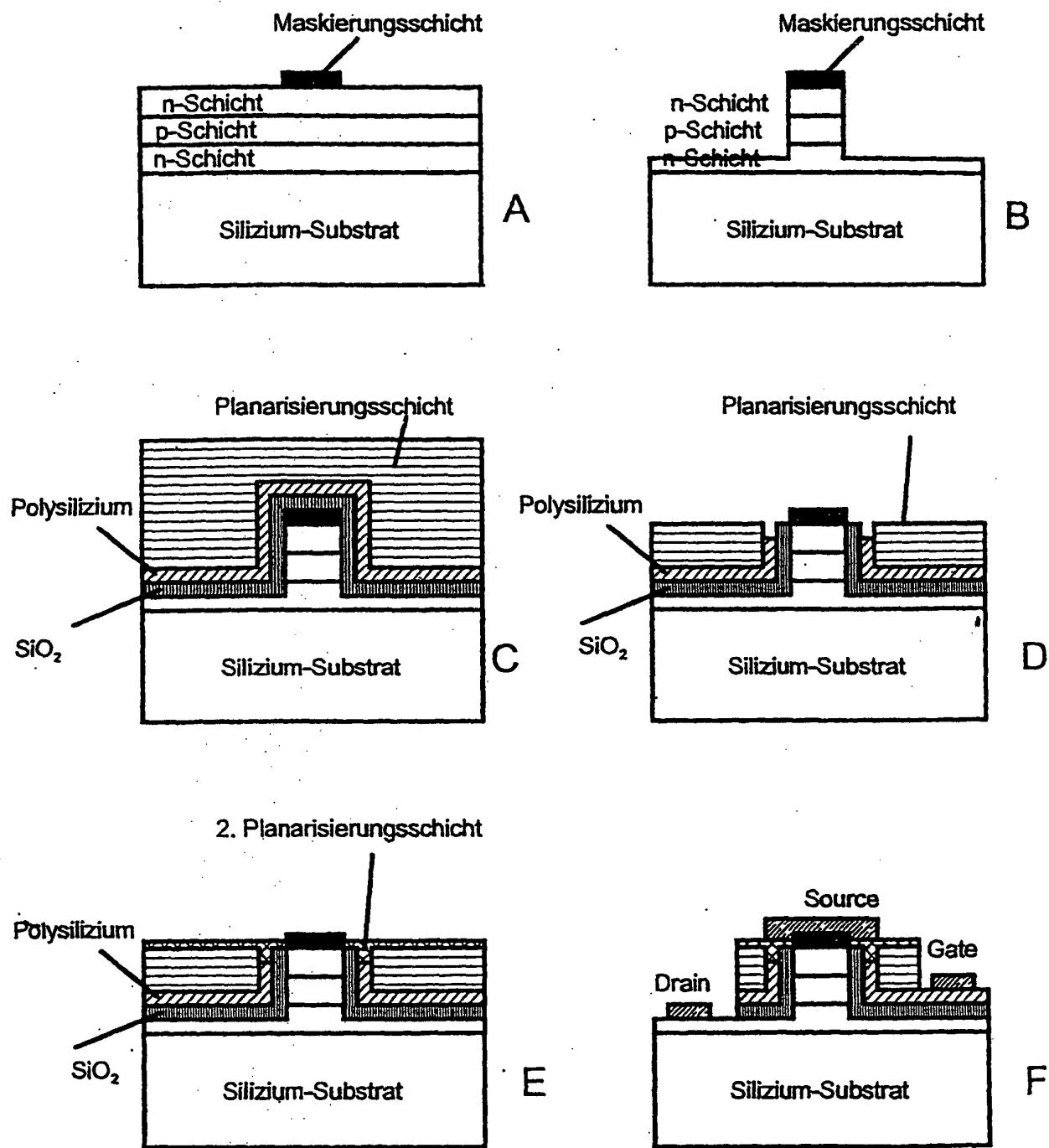


Fig. 1

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG



(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
13. April 2000 (13.04.2000)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 00/21118 A3

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: H01L 21/336,
29/78

7, D-53721 Siegburg (DE). KORDOS, Peter [SK/DE];
Berliner Strasse 27, D-52428 Jülich (DB). LÜTH, Hans
[DE/DE]; Eupener Strasse 299B, D-52076 Aachen (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE99/03208

(74) Gemeinsamer Vertreter: FORSCHUNGSZENTRUM
JÜLICH GMBH; Personal und Recht - Patente (PR-PT),
D-52425 Jülich (DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:
5. Oktober 1999 (05.10.1999)

(25) Einreichungssprache:

Deutsch

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): CA, JP, KR, US.

(26) Veröffentlichungssprache:

Deutsch

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT,
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, SE).

(30) Angaben zur Priorität:
198 46 063.5 7. Oktober 1998 (07.10.1998) DE

Veröffentlicht:

— Mit internationalem Recherchenbericht.

(71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US*): FORSCHUNGSZENTRUM JÜLICH GMBH
[DE/DE]; Wilhelm-Johnen-Strasse, D-52425 Jülich (DE).

(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen
Recherchenberichts: 11. Januar 2001

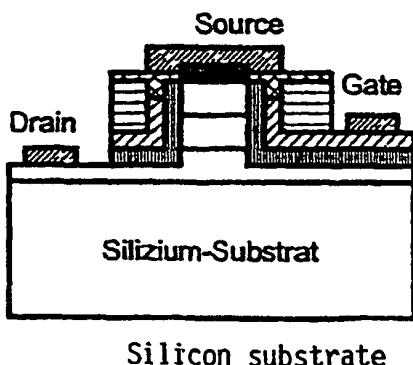
(72) Erfinder; und

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen
Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on
Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe
der PCT-Gazette verwiesen.

(75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): MARSO, Michel
[LU/DE]; Lorsbeckerstrasse 22g, D-52428 Jülich (DE).
MOERS, Jürgen [DE/DE]; Kempstrasse 8a, D-41748
Viersen (DE). KLAES, Dirk [DE/DE]; Wolkenburgstrasse

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING A DOUBLE GATE OF A VERTICAL MOSFET

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES VERTIKALEN MOSFETS



(57) Abstract: The invention relates to a method for producing a component with sub-100 nm structuring. Only one sub-100 nm structuring is provided for when initial geometric configuring occurs. A double gate MOSFET with sub-100 nm structuring can be chosen as said component, whereby the gate thereof encloses the channel.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines Bauelements mit sub-100 nm-Strukturierung. Dabei ist zu Anfang der geometrischen Ausbildung des Bauelements eine einzige sub-100 nm-Strukturierung vorgesehen. Als Bauelement kann ein MOSFET gewählt werden, dessen Gitter den Kanal umschließt.

WO 00/21118 A3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 99/03208

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H01L21/336 H01L29/78

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

INSPEC, WPI Data, EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|----------|--|-----------------------|
| X | US 5 612 255 A (CHAPPLE-SOKOL JONATHAN D ET AL) 18 March 1997 (1997-03-18) figure 2 | 1,2 |
| Y | DE 197 11 482 A (RUHR UNI BOCHUM ;SIEMENS AG (DE)) 24 September 1998 (1998-09-24) figures 1-9 | 3,4 |
| X | DE 42 35 152 A (INST HALBLEITERPHYSIK GMBH FRA) 21 April 1994 (1994-04-21) figures 1,2 | 1,2 |
| A | DE 42 38 749 A (INST HALBLEITERPHYSIK GMBH) 19 May 1994 (1994-05-19) figures 1,2 | 1-4 |
| | --- | -/- |

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

16 October 2000

23/10/2000

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, TX. 317651 epo.nl
Fax. (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Gélibart

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

| | |
|-----------------|--------------------|
| Intern | nal Application No |
| PCT/DE 99/03208 | |

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| A | GB 2 222 306 A (PLESSEY CO PLC) 28 February 1990 (1990-02-28) figures 11,12 --- | 1-4 |
| A | AEUGLE TH ET AL: "ADVANCED SELF ALIGNED SOI CONCEPTS FOR VERTICAL MOS TRANSISTORS WITH ULTRASHORT CHANNEL LENGTHS" PROCEEDINGS OF THE EUROPEAN SOLID STATE DEVICE RESEARCH CONFERENCE (ESSDERC), 22 September 1997 (1997-09-22), XP000764862 figure 4 --- | 1-4 |
| A | DE 196 21 244 A (EISELE IGNAZ PROF DR ;KAESER FLORIAN DIPL PHYS (DE)) 14 November 1996 (1996-11-14) figure 4 --- | 1-4 |
| A | BEHAMMER D ET AL: "Comparison of lateral and vertical Si-MOSFETs with ultra short channels" 1998 E-MRS SPRING CONFERENCE, SYMPOSIUM D: THIN FILMS EPITAXIAL GROWTH AND NANOSTRUCTURES, STRASBOURG, FRANCE, 16-19 JUNE 1998, vol. 336, no. 1-2, pages 313-318, XP004154112 Thin Solid Films, 30 Dec. 1998, Elsevier, Switzerland ISSN: 0040-6090 figure 1 --- | 1-4 |
| A | GB 2 103 879 A (SECR DEFENCE) 23 February 1983 (1983-02-23) the whole document --- | 1-4 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 99/03208

| Patent document cited in search report | | Publication date | | Patent family member(s) | | Publication date |
|--|---|------------------|----|-------------------------|--|------------------|
| US 5612255 | A | 18-03-1997 | EP | 0661733 A | | 05-07-1995 |
| DE 19711482 | A | 24-09-1998 | CN | 1251207 T | | 19-04-2000 |
| | | | WO | 9842016 A | | 24-09-1998 |
| | | | EP | 0968527 A | | 05-01-2000 |
| DE 4235152 | A | 21-04-1994 | | NONE | | |
| DE 4238749 | A | 19-05-1994 | | NONE | | |
| GB 2222306 | A | 28-02-1990 | | NONE | | |
| DE 19621244 | A | 14-11-1996 | | NONE | | |
| GB 2103879 | A | 23-02-1983 | CA | 1186811 A | | 07-05-1985 |
| | | | DE | 3230569 A | | 05-05-1983 |
| | | | FR | 2511808 A | | 25-02-1983 |
| | | | JP | 58042277 A | | 11-03-1983 |
| | | | US | 4449285 A | | 22-05-1984 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 99/03208

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H01L21/336 H01L29/78

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprässtoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprässtoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

INSPEC, WPI Data, EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|---|--------------------|
| X | US 5 612 255 A (CHAPPLE-SOKOL JONATHAN D ET AL) 18. März 1997 (1997-03-18) Abbildung 2 | 1,2 |
| Y | DE 197 11 482 A (RUHR UNI BOCHUM ;SIEMENS AG (DE)) 24. September 1998 (1998-09-24) Abbildungen 1-9 | 3,4 |
| X | DE 42 35 152 A (INST HALBLEITERPHYSIK GMBH FRA) 21. April 1994 (1994-04-21) Abbildungen 1,2 | 1,2 |
| A | DE 42 38 749 A (INST HALBLEITERPHYSIK GMBH) 19. Mai 1994 (1994-05-19) Abbildungen 1,2 | 1-4 |
| | | -/- |

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"*&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

16. Oktober 2000

23/10/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2

NL - 2280 HV Rijswijk

Tel. (+31-70) 340-2040, TX. 31-651-epo nl,

Fax. (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Gélebart, J.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internales Aktenzeichen

PCT/DE 99/03208

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|---|--------------------|
| A | GB 2 222 306 A (PLESSEY CO PLC) 28. Februar 1990 (1990-02-28) Abbildungen 11,12 ---- | 1-4 |
| A | AEUGLE TH ET AL: "ADVANCED SELF ALIGNED SOI CONCEPTS FOR VERTICAL MOS TRANSISTORS WITH ULTRASHORT CHANNEL LENGTHS" PROCEEDINGS OF THE EUROPEAN SOLID STATE DEVICE RESEARCH CONFERENCE (ESSDERC), 22. September 1997 (1997-09-22), XP000764862 Abbildung 4 ---- | 1-4 |
| A | DE 196 21 244 A (EISELE IGNAZ PROF DR ;KAESER FLORIAN DIPLO PHYS (DE)) 14. November 1996 (1996-11-14) Abbildung 4 ---- | 1-4 |
| A | BEHAMMER D ET AL: "Comparison of lateral and vertical Si-MOSFETs with ultra short channels" 1998 E-MRS SPRING CONFERENCE, SYMPOSIUM D: THIN FILMS EPITAXIAL GROWTH AND NANOSTRUCTURES, STRASBOURG, FRANCE, 16-19 JUNE 1998, Bd. 336, Nr. 1-2, Seiten 313-318, XP004154112 Thin Solid Films, 30 Dec. 1998, Elsevier, Switzerland ISSN: 0040-6090 Abbildung 1 ---- | 1-4 |
| A | GB 2 103 879 A (SEC DEFENCE) 23. Februar 1983 (1983-02-23) das ganze Dokument ---- | 1-4 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichung, die zur selben Patentfamilie gehören

Intern. als Aktenzeichen

PCT/DE 99/03208

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|------------|-------------------------------|
| US 5612255 A | 18-03-1997 | EP | 0661733 A | 05-07-1995 |
| DE 19711482 A | 24-09-1998 | CN | 1251207 T | 19-04-2000 |
| | | WO | 9842016 A | 24-09-1998 |
| | | EP | 0968527 A | 05-01-2000 |
| DE 4235152 A | 21-04-1994 | KEINE | | |
| DE 4238749 A | 19-05-1994 | KEINE | | |
| GB 2222306 A | 28-02-1990 | KEINE | | |
| DE 19621244 A | 14-11-1996 | KEINE | | |
| GB 2103879 A | 23-02-1983 | CA | 1186811 A | 07-05-1985 |
| | | DE | 3230569 A | 05-05-1983 |
| | | FR | 2511808 A | 25-02-1983 |
| | | JP | 58042277 A | 11-03-1983 |
| | | US | 4449285 A | 22-05-1984 |

